

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 08138696
PUBLICATION DATE : 31-05-96

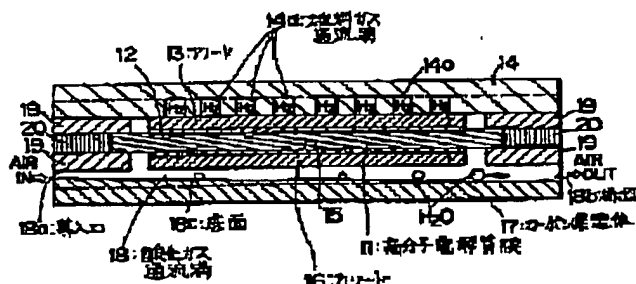
APPLICATION DATE : 07-11-94
APPLICATION NUMBER : 06297847

APPLICANT : TOYOTA MOTOR CORP;

INVENTOR : MIZUNO SEIJI;

INT.CL. : H01M 8/02 H01M 8/10

TITLE : FUEL CELL



ABSTRACT : PURPOSE: To achieve stabilization of large output by promoting drainage in a fuel cell.

CONSTITUTION: An oxidized gas passing groove 18 formed on a collector 17 on a cathode 16 side is so formed that its depth may be gradually increased toward a gas discharging port 18b from a gas introducing port 18a. Accordingly, output can be prevented from being decreased caused by blockage of the gas passage caused by the accumulation of formed water since the formed water can be prevented from being accumulated in the oxidized gas passing groove 18 by discharging the formed water to be generated in the oxidized gas passing groove 18 by gravity. Since the contact area of the collector with the electrode is not reduced, the contact resistance between both sides can be reduced.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(11)特許出願公開番号

特開平8-138696

(43)公開日 平成8年(1996)5月31日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

厅内整理番号

FI

技術表示箇所

H0 1M 8/02

R 9444-4K

8/10

9444-4K

審査請求 未請求 請求項の数2 FD (全 6 頁)

(21)出願番号

特願平6-297847

(22) 出題目

平成6年(1994)11月7日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市卜三夕町1番地

(72) 發明者 水野 誠司

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

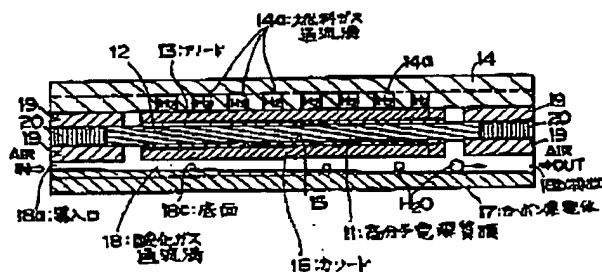
(74)代理人 弁理士 渡辺 丈夫

(54) 【発明の名称】 燃料電池

(57) 【要約】

【目的】 燃料電池における排水を促進して高出力安定化を図る。

【構成】 カソード16側の集電体17に形成された酸化ガス通流溝18が、そのガス導入口18aからガス排出口18bに向けて深さが漸次深くなるように形成されている。したがって、酸化ガス通流溝18内で生ずる生成水を重力によって排出させて、酸化ガス通流溝18内への滞留を防止できるため、生成水の滞留によるガス流路の閉塞に起因する出力低下を防止することができる。また集電体と電極との接触面積が削減されないので、両者の間の接触抵抗を低減できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電解質膜を挟んでアノードとカソードとを備えるとともに、前記アノード側と前記カソード側とにガスセパレータを兼ねる集電体が設けられ、前記集電体の前記アノードに臨む面に燃料ガスが流れる燃料ガス通流溝が、また前記集電体の前記カソードに臨む面に酸化ガスが流れる酸化ガス通流溝がそれぞれ形成され、前記電解質膜を介して前記燃料ガス中の水素イオンと酸化ガス中の酸素とを反応させて起電力を得る燃料電池において、前記酸化ガス通流溝が、そのガス導入口からガス排出口に向けて、その深さが漸次深くなるように形成されていることを特徴とする燃料電池。

【請求項2】 電解質膜を挟んでアノードとカソードとを備えるとともに、前記アノード側と前記カソード側とにガスセパレータを兼ねる集電体が設けられ、前記集電体の前記アノードに臨む面に燃料ガスが流れる燃料ガス通流溝が、また前記集電体の前記カソードに臨む面に酸化ガスが流れる酸化ガス通流溝がそれぞれ形成され、前記電解質膜を介して前記燃料ガス中の水素イオンと酸化ガス中の酸素とを反応させて起電力を得る燃料電池において、前記酸化ガス通流溝が、カソードと対向するその電極反応領域内ではその深さが浅くかつほぼ一定深さに形成されるとともに、この電極反応領域から外れた部分では、ガス導入口あるいはガス排出口に向けて、その深さが漸次深くなるように形成されていることを特徴とする燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、燃料電池に係り、特に、高分子電解質型燃料電池の電極に反応ガスを供給するガス通流溝に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 高分子電解質型燃料電池は、多種ある燃料電池の中でも、高出力で常温始動可能であるとともに、安全で安定した出力が得られる燃料電池として、電気自動車に最適なクリーンエネルギーとして注目されている。この高分子電解質型燃料電池の電解質は、陽イオン交換樹脂膜を、カチオン導電性膜として使用するもので、この導電性膜は、分子中にプロトン（水素イオン）交換基を有しており、これを飽和状態に含水させることにより、常温で $20\Omega\cdot\text{cm}$ 以下の比抵抗を示し、プロトン導電性電解質として機能する。

【0003】 そして、前記高分子電解質膜の飽和含水量は、温度によって可逆的に変化するが、燃料電池運転中においては、高分子電解質膜からの蒸散を防止するために燃料ガス中および酸化ガス中に水蒸気の形で添加された加湿水と、カソード側における電気化学反応によって生成される水とによって常に飽和状態が維持される。と

ころが、カソード側において生成される水が増加するか、あるいは燃料ガスおよび酸化ガスが消費されて残留ガス中の水蒸気が過飽和となって水が凝結するかして、水の供給が過剰となると、この高分子電解質膜が水浸しとなり、所謂フラッディング状態となってガス接触面積が減少し、更にはカソードへの酸素ガスの供給が阻害されて、発生電圧が低下するという問題があった。

【0004】 そこで従来より、ガス通流溝内への生成水および凝結水等の滞留を防止する工夫がされてきた。例えば図5ないし図7は、特開第5-251097号公報に記載されている従来の高分子電解質型燃料電池のカソード側のガスセパレータ板1の平面図および断面図を示すもので、この矩形に形成されたガスセパレータ板1の一方の面に複数の酸化ガス通流溝2が、一定の深さでかつ互いに平行に形成されている。そして、外部より供給される空気等の酸化ガスは、導入用のマニホールド3からガスセパレータ板1に供給され、このセパレータ板1の内部マニホールド4から複数形成された前記酸化ガス通流溝2に分配供給される。さらに余剰分の酸化ガスは、反対側の内部マニホールド5で集められて排出用マニホールド6から装置外へ排出される。

【0005】 そして、このガスセパレータ板1に形成された各酸化ガス通流溝2は、この各溝内に生じた生成水が滞留し、閉塞するのを防止するために、下流側の溝幅を広く形成している。すなわち、ガスセパレータ板1の一方の面に、対向する2辺にそれぞれ沿って形成された導入用のマニホールド3と排出用マニホールド6とを結ぶように複数の酸化ガス通流溝2が形成されており、これらの酸化ガス通流溝2は、そのほぼ中央から下流側の排出用マニホールド6までの区間において、各溝間を隔てている隔壁の部分が1本おきに取り払われて隣接する2本の溝2、2を、その側部において連通させることによって、隔壁の幅だけ拡張して幅広溝2aが形成されている（図6および図7参照）。そして、このように各酸化ガス通流溝2の下流側の溝幅を拡張して幅広溝2aとすることによって、カソード側で生じる生成水等が酸化ガス通流溝2内に滞留して閉塞するのを防止している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 前述した従来の高分子電解質型燃料電池においては、酸化ガス通流溝2の下流側（出口側）に幅広溝2aを形成して溝幅が拡張されるようにしているため、ガスセパレータ板1が垂直に配設されて、各酸化ガス通流溝2が上下方向に形成されている場合には、生成水等が重力によって自然落下して排出用マニホールド6内に流れ、酸化ガス通流溝2内への滞留を防止することができる。しかし、ガスセパレータ板1が水平に配設された場合には、各酸化ガス通流溝2内の生成水等の排出用マニホールド6方向への自然流下は期待できず、そのため下流側の溝幅が拡張された分、生成水等が滞留し難くなるが、酸化ガス通流溝2内の生成

水等を積極的に排水させることはできなかった。

【0007】また酸化ガス通流溝2を郭定している隔壁は、集電部を兼ねているが、上述のようにその一部を取り除くと、集電面積が減少し、抵抗が大きくなる不都合がある。

【0008】この発明は、上記の事情に鑑みなされたもので、集電面積を減少させずに、各酸化ガス通流溝内の生成水等を積極的に排出させて、生成水等の溝内滞留および滞留水によるガス流路閉塞が防止される燃料電池を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するための手段としてこの発明は、電解質膜を挟んでアノードとカソードとを備えるとともに、前記アノード側と前記カソード側とにガスセパレータを兼ねる集電体が設けられ、前記集電体の前記アノードに臨む面に燃料ガスが流れる燃料ガス通流溝が、また前記集電体の前記カソードに臨む面に酸化ガスが流れる酸化ガス通流溝がそれぞれ形成され、前記電解質膜を介して前記燃料ガス中の水素イオンと酸化ガス中の酸素とを反応させて起電力を得る燃料電池において、前記酸化ガス通流溝が、そのガス導入口からガス排出口に向けて、その深さが漸次深くなるように形成されていることを特徴としている。

【0010】また前記酸化ガス通流溝は、上記の構成に替えて、その電極反応領域内ではその深さが浅くかつほぼ一定深さに形成されるとともに、この電極反応領域から外れた部分では、ガス導入口あるいはガス排出口に向けて、その深さが漸次深くなるように形成することができる。

【0011】

【作用】上記のように、電解質膜のカソード側に配設されたガスセパレータを兼ねる集電体の前記カソードに臨む面に形成された酸化ガス通流溝を、そのガス導入口からガス排出口に向けて、その深さが漸次深くなるように形成されているので、この酸化ガス通流溝による流路断面積は下流側で広くなり、したがって酸化ガス通流溝内で生じた生成水や凝結水等の余剰水に対する流動抵抗が排出側で小さくなり、その結果、余剰水は酸化ガス通流溝内に滞留することなく、積極的に排出される。特に、水平に設置した場合には、酸化ガス通流溝は排出側が漸次低くなって余剰水を自然流下させるように配設されるため、酸化ガス通流溝内への生成水等の滞留が防止され、安定した発生電圧が保持される。また酸化ガス通流溝の幅は広くなならないことにより集電体の集電面積が減少されず、したがって接触抵抗の増大が防止される。

【0012】また、酸化ガス通流溝を、カソードと対向するその電極反応領域内ではその深さが浅くかつほぼ一定の深さに形成するとともに、この電極反応領域から外れた部分では、ガス導入口あるいはガス排出口に向けて、その深さが漸次深くなるように形成すれば、電極反

応領域においては酸化ガス通流溝が浅く形成されているため、流路断面積は、ガス導入口側から徐々に狭くなり、その結果、エジェクタとして機能してガス流速が速められ、これによって酸化ガス密度が高まって反応が促進されるとともに、ガス導入口方向への生成水の逆流が防止される。また電極反応領域から下流側へ外れた部分においては、底部が排出口側へ広がるようにそれぞれ傾斜しているため、この酸化ガス通流溝内で生じた生成水や凝結水等の余剰水は、排出口側へ積極的に排出されて、反応領域への生成水等の滞留が防止され、安定した発生電圧が保持される。またこの場合も、酸化ガス通流溝の幅は広くなならないことにより集電体の集電面積が減少されず、したがって接触抵抗の増大が防止される。

【0013】

【実施例】以下、この発明を高分子電解質型燃料電池に適用した実施例を図1ないし図4に基づいて説明する。

【0014】図1は、この発明に係る高分子電解質型燃料電池の第1実施例を示すもので、ほぼ水平に配設された高分子電解質膜11の上面には、触媒反応層12を介してアノード（燃料電極）13が形成され、このアノード13の上側には、ガス不透透性板に形成されたガスセパレータを兼ねるカーボン集電体14が、その下面を密着させて設けられている。そして、アノード13側に面したカーボン集電体14の下面には、燃料ガスとなる水素ガス（ H_2 ）を流通させる燃料ガス通流溝14aが、深さ1mm、幅1mmで、1mm間隔に複数本形成されている。

【0015】また、前記高分子電解質膜11の下面には、触媒反応層15を介してカソード（酸素電極）16が形成され、このカソード16の下側には、ガスセパレータを兼ねる板状に形成されたカーボン集電体17が、その上面を密着させて設けられている。そして、カソード側に面したカーボン集電体17の上面には、酸化ガスとなる空気を流通させる酸化ガス通流溝18が、前記燃料ガス通流溝14aの形成方向と直交する方向に複数本形成され、図1において左端にガス導入口18aが、他端にガス排出口18bが開口している。

【0016】そして、前記複数の酸化ガス通流溝18は、幅1mmで1mm間隔に形成されるとともに、その深さは、電極面積10cm²角内の場合に、ガス導入口18a側の端部の深さが0.5mmで、ガス排出口18b側の端部の深さが2.5mmとなるように、その底面18cがガス排出口18b側が低くなるように傾斜させて形成されている。なお、この酸化ガス通流溝18は、傾斜角1度以上に形成すればよい。

【0017】また、前記高分子電解質膜11としては、膜厚130μmのフッ素系陽イオン交換膜を用い、この表面に触媒反応層（例えばPt20%担持カーボン0.4mg/cm² + 陽イオン交換樹脂を担持カーボン比50%）とガス拡散層（テフロン50%含有撥水処理カーボ

5

ン)を電極材であるカーボクロス(厚さ0.3mm)に塗り込んだ電極をホットプレス(120℃×100kg/cm²)して製作したものが使用される。

【0018】また、図1において上側のカーボン集電体14と、下側のカーボン集電体17とは同一の部材で、図示していないが、上側のカーボン集電体14の上面には、複数の酸化ガス通流溝が、所定の傾斜で燃料ガス通流溝14aと直交する方向に形成されている。また、下側のカーボン集電体17の下面には、複数の燃料ガス通流溝が、酸化ガス通流溝18と直交する方向に形成されている。

【0019】以上のように構成される高分子電解質型燃料電池は、単セルとして、同じ構成のものが上下方向に複数積層され、かつ上下方向に隣接するアノード13側のカーボン集電体14と、カソード16側のカーボン集電体17とが当接して電気的に直列に接続されてスタックが構成され、更には、複数のスタックが電気的に直列または並列あるいは直並列に接続されることによって高出力状態で使用される。なお、図1において符号19は、高分子電解質膜11の四辺を挟持する張り枠、符号20は、高分子電解質型燃料電池(単セル)を気密にシールするシーリング剤である。

【0020】次に、上記のように構成されるこの実施例の単セルの作用を説明すると、高分子電解質型燃料電池のアノード13側の燃料ガス通流溝14aに水素ガス(H₂)が供給される。また高分子電解質膜11は、飽和状態に含水させて比抵抗を常温で20Ω・cm以下のプロトン導電性電解質として機能させるために、燃料ガス通流溝14aを介して供給する水素ガス中、および酸化ガス通流溝18を介して供給される空気中にそれぞれ水蒸気を混入して、高分子電解質膜11からの水分の蒸発を防いでいる。

【0021】そして、カソード16側の酸化ガス通流溝18には酸素(O₂)を含む空気が供給されると、アノード13側の触媒反応層12では、 $H_2 = 2H^+ + 2e^-$ の反応が起き、またカソード16側の触媒反応層15では、 $1/2O_2 + 2H^+ + 2e^- = H_2O$ の反応が起こる。

【0022】すなわち、アノード13においては、燃料ガス通流溝14aに流通する水素ガス(H₂)がプロトン(2H⁺)と電子(2e⁻)とを生成する。生成されたプロトンは、イオン交換膜である高分子電解質膜11中をカソード16に向かって移動し、電子はアノード側のカーボン集電体14から外部回路(図示せず)を通してカソード16側のカーボン集電体17に移動する。

【0023】そして、カソード12においては、酸化ガス通流溝18を流れる空気中の酸素と、高分子電解質膜11中をアノード12から移動してきたプロトンと、外部回路を介して移動してきた電子とが反応して水(H₂O)を生成する。

6

【0024】また、燃料ガス通流溝14aに供給された水素ガスと、酸化ガス通流溝18に供給された空気とは、それぞれ消費されることによって混合されている水蒸気の割合が高くなって過飽和状態となり、燃料ガス通流溝14aおよび酸化ガス通流溝18の出口側(酸化ガス通流溝18においてはガス排出口18b付近)において結露して凝結水が生じる。

【0025】その結果、酸化ガス通流溝18内においては、酸化反応による生成水と加湿用の水蒸気の凝結水とで大量の水が生じることとなるが、本実施例においては、酸化ガス通流溝18がガス導入口18a側が浅く、ガス排出口18b側が深く形成されているため、カソード16側で生じた生成水が滞留することなく円滑に自然流下するとともに、ガス排出口18b付近において生じた凝結水が加わっても、このガス排出口18b付近において溝が深く形成されてその流路断面積が拡大されているため、溝の上部に余剰空気排出用の空間を確保できる。また流路断面積を拡大させるにあたって各集電体14、17と電極との接触面積を減少させることがないので、両者の間の接触抵抗を低減することができる。

【0026】次に、この高分子電解質型燃料電池の両カーボン集電体14、17間に計器を接続して電池性能の評価を行ったところ、図3および図4に結果を示すように、従来の高分子電解質型燃料電池の電流-電圧特性を示す線図I-Iよりこの第1実施例の電流-電圧特性を示す線図Iが常に高い値を示すことから性能の向上が確認でき、さらに生成水が多量に発生する高電流密度領域で保持した場合の電圧安定性も向上することが確認できた。また、生成水等の排出性向上により、生成水等による酸化ガス通流溝18の閉塞が防止されるため、これに起因するガス拡散阻害による出力低下も防止できることが確認できた。またガス拡散阻害による出力電圧の低下に伴ってカソード16側への水素ガスの混入も防止することができる。なお、図3は縦軸にセル電圧(V)を、横軸に電流密度(A/cm²)をそれぞれ取って示した線図、また図4は縦軸にセル電圧(V)を、横軸に保持時間(Hr)をそれぞれ取って示した線図である。

【0027】また図2は、本願発明に係る高分子電解質型燃料電池の第2実施例を示すもので、前記第1実施例と同一の構成部分には同一の符号を付してその詳細な説明を省略し、以下図面に基づいて説明する。

【0028】この高分子電解質型燃料電池は、ほぼ水平に配設された高分子電解質膜11の上面に、触媒反応層12を介してアノード13が形成され、このアノード13の上側には、カーボン集電体24が設けられ、このカーボン集電体24の下面には燃料ガス通流溝24aが、深さ1mm、幅1mmで、1mm間隔に複数形成され、この燃料ガス通流溝24aには、水素ガス(H₂)が前記アノード13に接触可能に流通する。

【0029】また、前記高分子電解質膜11の下面に

7

は、触媒反応層15を介してカソード16が形成され、このカソード16の下側には、カーボン集電体27が設けられ、このカーボン集電体27の上面には、酸化ガス通流溝28が、前記燃料ガス通流溝24aと直交する方向に複数本形成され、図1において左端にガス導入口28aが、他端にガス排出口28bがそれぞれ開口している。

【0030】そして、前記複数の酸化ガス通流溝28は、幅1mmで1mm間隔に形成されるとともに、その深さを、中央のカソード16と対向する電極反応領域において、ガス流速を速く（好ましくは0.5m/sec以上）して電極（カソード16）に臨む部分における酸素分圧の低下を抑制するために、電極反応領域の溝を浅く形成して高性能を確保している。そして、この実施例においては、電極面積10cm²角の場合に、その溝深さは、電極反応領域で0.5mm（電流密度0.5A/cm²での理論流量×2の空気を流した場合の流速約1m/sec）として、カソード16の電極端部からガス導入口28aまでの間に傾斜角3度の傾斜底面28dが形成され、同じく電極端部からガス排出口28bまでの間に、傾斜角3度の傾斜底面28eが形成されている。

【0031】そして、上記のように構成されるこの実施例の高分子電解質型燃料電池は、前記第1実施例と同様に、燃料ガス通流溝24aに水素ガスを、酸化ガス通流溝28に空気をそれぞれ供給して運転される。そして、カソード16側においては、電極反応領域における酸化ガス通流溝28が、ガス導入口28a側より浅く形成されてエジェクタとして機能し、ガス流速が速められて酸素分圧の低下が防止されるため、反応効率が向上する。また、酸化ガス通流溝28内で生じた水は、ガス導入口28a側への逆流が、供給される空気の流れによって防止されるとともに、ガス排出口28b側へは、傾斜底面28eが形成されているため重力の作用によって自然流下し、電極反応領域への生成水の滞留が防止される。また、ガス排出口28b付近において凝結水が加わるが、ガス排出口28b付近において溝が深く形成されてその断面積が拡大されているため、溝の上部に余剰空気排出用の空間を確保できる。したがって、生成水等によって酸化ガス通流溝28が閉塞されることによってガスの拡散が阻害されるのを防止することができる。なお、この第2実施例においても各集電体24、27と電極13、16との接触面積を充分確保することができる。

【0032】次に、この実施例の高分子電解質型燃料電池の両カーボン集電体24、27間に計器を接続して前記第1実施例の場合と同様にして電池性能の評価を行ったところ、図3および図4に示すような結果が得られた。すなわち、電流-電圧特性は前記第1実施例の場合より向上し、さらに生成水が多量に発生する高電流密度領域で保持した場合の電圧安定性も向上することが確認できた。また、生成水等の排出性向上により、生成水等

8

による酸化ガス通流溝28の閉塞が防止されるため、これに起因するガス拡散阻害による出力低下も防止できることが確認できた。

【0033】なお、上記両実施例の場合には、複数の酸化ガス通流溝18、28が直線状に形成されている場合について説明したが、これらの溝を格子状に形成した場合にも同様の作用効果を得ることができる。また、酸化ガス通流溝18、28の溝内面に、親水処理あるいは撥水処理を施せば、さらに排水性を向上することができる。

【0034】また、高分子電解質膜の他の例としては、スルホン酸基を持つポリスチレン系の陽イオン交換樹脂膜を、カチオン導電性膜として使用することのできるもので、例えばフロロカーボンスルホン酸とポリビニリデンフロライドの混合膜、あるいはフロロカーボンマトリックスにトリクロロエチレンをグラフト化したもの等が適している。

【0035】さらにこの発明は電解質膜が水平となるように設置する燃料電池に限らず、電解質膜が上下方向に沿って配置される形式の燃料電池にも適用することができる。

【0036】

【発明の効果】以上説明したようにこの発明の燃料電池は、カソード側のガスセパレータを兼ねる集電体のカソードに臨む側に形成される酸化ガス通流溝が、この酸化ガス通流溝のガス導入口側からガス排出口側に向けて漸次深くなるように形成されているため、集電体と電極との接触面積を減少させずに酸化ガス通流溝の流路断面積を拡大することができ、したがって酸化ガス通流溝内において生じた生成水等を滞留せずに積極的に排出させて排水性に優れ、生成水等の滞留による酸化ガス通流溝の閉塞を防止できる。特に水平設置するタイプの燃料電池においては重力による排水を積極的に行わせることが可能になるので、その効果が顕著になる。したがって、生成水が多量に発生する高電流密度領域で連続運転した場合にも生成水を効率よく排出できるため電圧も安定し、安定した出力を継続的に得ることができる。

【0037】また、前記酸化ガス通流溝の電極反応領域を浅くかつ一定の深さに形成するとともに、電極反応領域から外れた部分を、ガス導入口側およびガス排出口側に向けて漸次深くなるようにそれぞれ形成すれば、酸化ガス通流溝の電極反応領域におけるガス流速が速められるため、この領域の酸素分圧の低下を防止でき、反応効率が向上するため、より高い電圧を安定的に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1実施例に係る高分子電解質型燃料電池を示す断面側面図である。

【図2】この発明の第2実施例に係る高分子電解質型燃料電池を示す断面側面図である。

【図3】第1実施例および第2実施例の高分子電解質型燃料電池と、従来の高分子電解質型燃料電池との電流-電圧特性を示す線図である。

【図4】第1実施例および第2実施例の高分子電解質型燃料電池と、従来の高分子電解質型燃料電池との電圧と保持時間との関係を示す線図である。

【図5】従来の高分子電解質型燃料電池におけるガスセパレータ板の平面図である。

【図6】図5のV I-V I線断面図である。

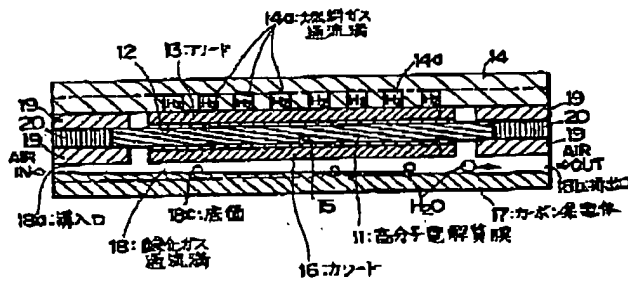
【図7】図5のV I I-V I I線断面図である。

【符号の説明】

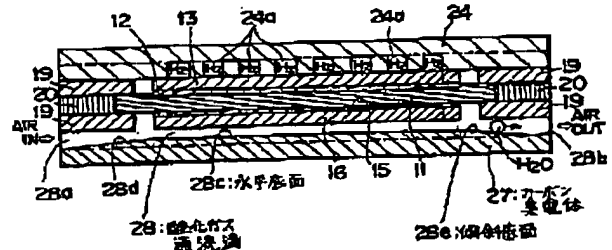
- 11 高分子電解質膜
13 アノード
14 カarbon集電体
14 a 燃料ガス通流溝

- 16 カソード
17 カarbon集電体
18 酸化ガス通流溝
18 a ガス導入口
18 b ガス排出口
18 c 傾斜底面
24 カarbon集電体
24 a 燃料ガス通流溝
27 カarbon集電体
28 酸化ガス通流溝
28 a ガス導入口
28 b ガス排出口
28 c 水平底面
28 d 傾斜底面
28 e 傾斜底面

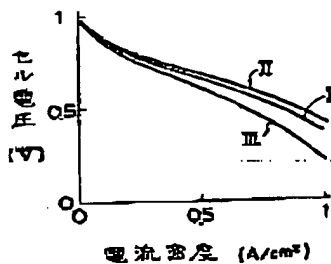
【図1】



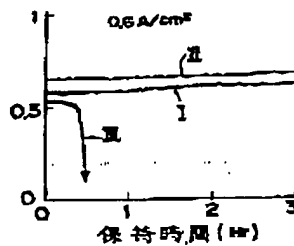
【図2】



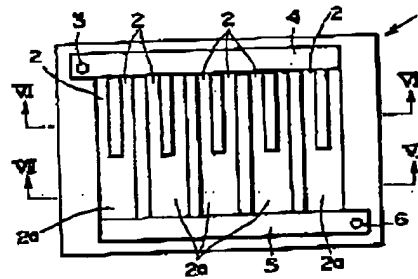
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

